

熊本県沿岸域における飛塩量特性

熊本大学 正 員 滝川 清、山田文彦、外村隆臣

○学生員 粕川正弘

1: まえがき

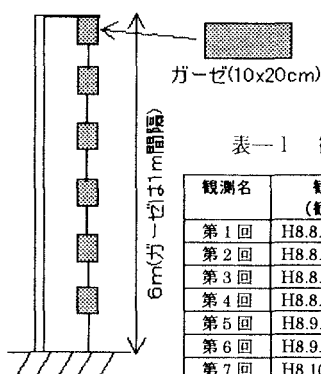
本研究の目的は、熊本県沿岸域における飛来塩分機構の解明である。まず現地観測を行い飛来塩分の捕捉及び気象データの実測をした。さらに降雨強度と海塩粒子の沈降速度を考慮した数値解析をし、現地観測と数値解析から飛来塩分特性についての考察をおこなったものである。

2: 観測地点及び観測方法

図一1に示すように熊本県玉名郡横島町の横島干拓地で観測線を2本取り第1観測線に0m、100m、200m、500m、800mの5本取り第2観測線に0m、200m、500mの3本をとって3次元的に考察できるようにした。又各測点には図二に示すような飛塩量捕捉装置を設置した。観測後、塩分を含んでいるガーゼを蒸留水に24時間浸した後ナトリウムイオンメータを用いて濃度を測定した。



図一 観測地点



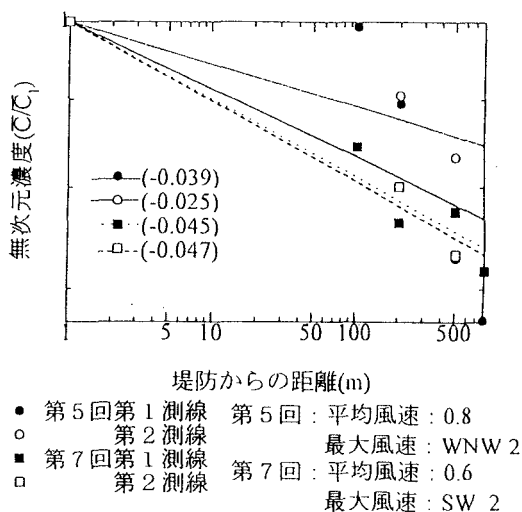
図二

表一 観測時期と期間中の気象データ

観測名	観測期間 (観測時間)	平均風速 (m/s)	累積降雨量 (mm)	最大風速 (m/s)
第1回	H8.8.13-14(29h)	3.65	80	ENE 9
第2回	H8.8.15-22(163h)	1.0	3	NE 4
第3回	H8.8.22 (6h)	1.2	0	SSE 3
第4回	H8.8.28 (8h)	0.8	65	SSE 3
第5回	H8.9.5 (8h)	0.8	0	WNW 2
第6回	H8.9.12 (2h)	1.0	0	ENE 3
第7回	H8.10.2 (6h)	0.6	0	SW 2

3: 観測結果とその考察

飛来塩分の特性の要因には、色々なことが考えられるが今回は風向についての検討のみを示す。図一3は、 Na^+ 濃度の距離減衰を表している。これを見ると第7回では風向がSWであり観測線に平行に入ってきているため測線間で濃度勾配に顕著な差がない。また、第5回と比べて勾配がきつくなっている。第5回の勾配の緩やかな原因を考えると第5回は、風向がWNWで観測線に横から風がきており、各測点での Na^+ 濃度に差がでてないのが原因であると考えられる。今回の結果から飛来塩分は、風速が弱くてもかなり風向に影響されることが解る。



図一3 Na^+ 濃度の距離減衰の様子

4：数値解析

飛来塩分の特性を理解するために現地観測だけでは不十分なので海塩粒子の沈降速度と降雨強度を考慮した数値解析も行った。風速場の密度は一定であると仮定すると、流体の基礎式は式(1)の連続の式及び式(2)、(3)のN-S方程式で表される。又、飛来塩分の拡散現象に対する基礎式はFickの拡散方程式(4)、沈降速度 W_0 を決めるためにBestの式(5)を用いた。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial uu}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + F_x \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial vv}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + F_y \quad (3)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial uc}{\partial x} + \frac{\partial vc}{\partial y} = w_0 \frac{\partial c}{\partial y} + k \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) \quad (4)$$

$$W_0 = A \cdot \exp\{b[1 - \exp\{-(d/a)^n\}]\} \quad (5)$$

$$0.3\text{mm} < d < 6.0\text{mm}$$

$$A=958, b=0.0354, a=1.77, n=1.147$$

$$0.05\text{mm} < d < 0.3\text{mm}$$

$$A=188, b=0.0256, a=0.304, n=1.819$$

$$d = d_0(u) \cdot \exp(-bf \cdot x) + d_{\text{rain}}$$

$$d_{\text{rain}} = d_r \cdot \exp(c \cdot r)$$

ここで、 (u, v) は (x, y) 方向の速度成分、 ρ は密度 p は圧力、 ν は動粘性係数、 (F_x, F_y) は (x, y) 方向の物体力成分で、今回は $(0, g)$ (g :重力加速度)、 C は濃度、 W_0 は海塩粒子の沈降速度、 k は拡散係数、 d_0 は堤防上での粒径、 r は降雨強度、 bf は距離減衰を示す定数で今回は -0.012 としている。 d_r は単位降雨強度での降雨の粒径である。離散化はSMAC法を用い、N-S方程式及び拡散方程式中の移流項には3次精度の風上差分(K-Kスキーム)を適用した。

ここに、風速場の図(図-4)沈降速度を考慮しない濃度分布の図(図-5)沈降速度を考慮したもの(図-6)更に降雨の影響も考慮したもの(図-7)と示す。但し図-6、7において海塩粒径を 0.1mm 、降雨の粒子粒径を 0.3mm 、さらに図-7では、降雨強度を 5.0mm/h としている。各図中の数値は流入濃度で除した無次元濃度を意味する。

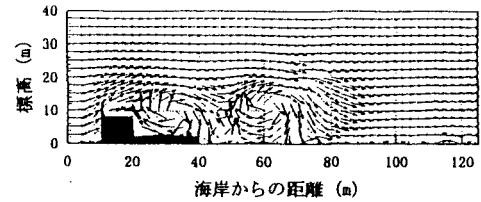


図-4 風速場

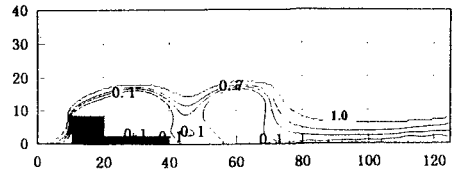


図-5 濃度分布図

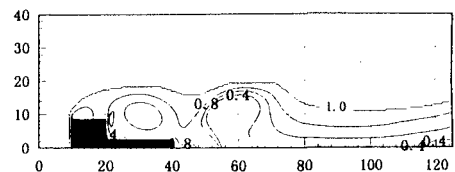


図-6 沈降速度を考慮

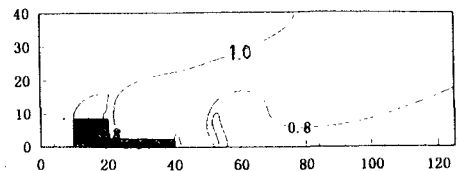


図-7 沈降速度と降雨を考慮

図-6と図-7を比べて解るように Na^+ 濃度の距離減衰がはっきり違っている。これから飛来塩分が降雨から受ける影響の強さが伺える。現在は、 50m 上空の実測(バルーンを用いて)による値と数値解析の結果との比較検討を行っている。

5：あとがき

地域特性に強い影響を受ける飛来塩特性の機構解明は重要な問題であるが、現象の支配因子が複雑で不明瞭な点が多い。今回は、海塩粒子の沈降速度及び降雨の影響を考慮した数値解析を行いその妥当性を示すことが出来た。今後更に検討を行ってきたい。

<参考文献>

1) 滝川 清(1995)

：熊本県沿岸域における飛来塩分量に関する研究、平成7年度熊本自然災害研究発表会要旨集、pp.15-24